



Completed

Export File

1 / 1 PLUSPAT - ©QUESTEL-ORBIT

**Patent Number :****DE19903516 A1 20000803 [DE19903516]****Title :**

(A1) Continuous production of hot-bonded fiber composite for e.g. advanced rotary machines, employs resilient smoothing head shimmying ultrasonically over fibers, exerting transverse pressure whilst avoiding parallel stressing

**Other Title :**

(A1) Vorrichtung sowie Verfahren zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung auf eine 2- oder 3-dimensionale Oberfläche

**Patent Assignee :**

(A1) ABB RESEARCH LTD (CH)

**Inventor(s) :**

(A1) AHRENS MARKUS (CH); MALLICK VISHAL (CH)

**Application Nbr :**

DE19903516 19990129 [1999DE-1003516]

**Priority Details :**

DE19903516 19990129 [1999DE-1003516]

**Intl Patent Class :**

(A1) B29C-070/38

**EPO ECLA Class :**

B29C-070/54C

**Document Type :**

Basic

**Publication Stage :**

(A1) Doc. Laid open (First publication)

**Abstract :**

The resilient planar section (1) of the pressure head is controlled to undergo wavy deformation. The section (1) moves relative to the fiber structure (4), leaving virtually no (parallel) shear or thrust forces acting upon it (4). An Independent claim is included for the corresponding method of bonding a fiber structure to a 2- or 3-dimensional surface. In moving the fibers relative to the pressing head, a characteristic velocity is adopted, consistent with continuous wavy deformation of the resilient planar section (1) during movement (tuning implication). Preferred features: The planar section (1) has two opposite principal surfaces. The first is in contact with the fibers, the second is connected to an actuator (6). The actuator is controlled to cause deformation of the planar section towards the fibrous structure lying against the surface (3) to which bonding will take place.+DBPH+ The actuator (6) is linearly-extensible in a preferred direction (normal or else unspecified), and also capable of contraction. The actuator is constructed to transmit ultrasonic waves. At one end, the actuator is held firm. Its other free ends are connected to the resilient planar section. On the second main surface of this planar section, numbers of actuators are arranged in a pattern. The pressing head has a number of such planar elements, arranged in a further pattern. The resilient planar element is transparent and/or air permeable. The pressing head is vertically above the fibers, applying pressure to them from the resilient section, when the actuators are extended. In this state, no shear forces

are exerted on the fibers. The head moves relative to the fibers. A relative motion between pressure head and fibers results in two characteristic modes of contact between them.

**Update C de :**

2000-31

---

**Top**



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 03 516 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
B 29 C 70/38

DE 199 03 516 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 03 516.4  
⑯ Anmeldetag: 29. 1. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 3. 8. 2000

⑯ Anmelder:  
ABB Research Ltd., Zürich, CH

⑯ Vertreter:  
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761  
Waldshut-Tiengen

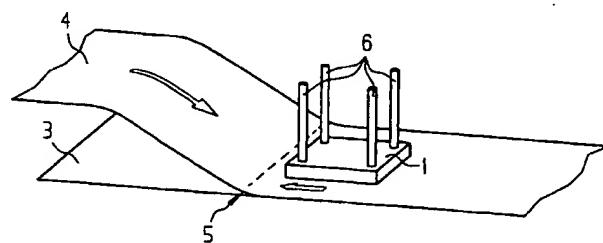
⑯ Erfinder:  
Ahrens, Markus, Dr., Baden-Rüthi, CH; Mallick,  
Vishal, Dr., Birmenstorf, CH

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 32 15 930 C1  
DE-AS 19 56 134  
DE-OS 20 52 447

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Vorrichtung sowie Verfahren zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung auf eine 2- oder 3-dimensionale Oberfläche

⑯ Beschrieben wird eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung auf einer 2- oder 3-dimensionalen Oberfläche mit einem Druckkopf, der auf die, auf der Oberfläche aufgebrachten Faseranordnung derart mechanischen Druck ausübt, daß der auf die Faseranordnung einwirkende mechanische Druck weitgehend orthogonal zur Oberfläche gerichtet ist.  
Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß der Druckkopf wenigstens ein elastisches Flächenelement aufweist, das derart steuerbar, in Art einer dynamischen Wellenform, verformbar ist, daß sich das Flächenelement relativ zur Faseranordnung eigenbeweglich fortbewegt, unter weitgehender Vermeidung von auf die Faseranordnung einwirkender Scher- oder Schubkräfte.



DE 199 03 516 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung sowie auf ein Verfahren zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung auf eine 2- oder 3-dimensionale Oberfläche mit einem Druckkopf, der auf die, auf der Oberfläche aufgebrachte Faseranordnung derart mechanischen Druck ausübt, daß der auf die Faseranordnung einwirkende mechanische Druck weitgehend orthogonal zur Oberfläche gerichtet ist.

## Stand der Technik

In weiten Bereichen des Maschinenbaus sowie der allgemeinen Gerätetechnik werden hohe Anforderungen an einzelne Bauteile in puncto Robustheit, möglichst geringes Gewicht und Langlebigkeit gestellt, die vielfach aufgrund der bisherigen Verwendung konventioneller, metallischer Werkstoffe für die Herstellung der jeweiligen Bauteile bereits aus Gründen des hohen spezifischen Gewichtes nicht mehr erfüllt werden können.

Hingegen sind moderne faserverstärkte Verbundwerkstoffe hinsichtlich ihrer Belastbarkeit, Langlebigkeit und Steifigkeit, um nur einige vorteilhafte Eigenschaften zu nennen, durchaus in der Lage mit metallischen Materialien und insbesondere mit Leichtmetallen zu konkurrieren.

Insbesondere bei Geräten oder Maschinen, in denen einzelne Bauteile ohne großen Energieaufwand zu beschleunigen oder hohen Zentrifugalkräften ausgesetzt sind, eignen sich faserverstärkte Verbundwerkstoffe aufgrund ihrer hohen Festigkeit und Steifigkeit und insbesondere aufgrund ihres nur geringen Gewichtes, wodurch diese Werkstoffe vielfach metallischen Materialien überlegen sind. Selbst im Vergleich zwischen leichtmetallischen Materialien, wie beispielsweise Aluminium oder Titanlegierungen, sind hochmoderne faserverstärkte Verbundwerkstoffe hinsichtlich ihres Stabilitäts-/Gewichtsverhältnisses sowie Steifigkeits-/Gewichtsverhältnisses den Leichtmetallen weitaus überlegen.

Von besonderer Bedeutung sind unter den allgemein bezeichneten Verbundwerkstoffen jene zu nennen, die auf faserverstärkten Polymeren basieren. Klassische Vertreter derartiger faserverstärkter Verbundwerkstoffe sind glasfaserverstärkte Kunststoffe, die jedoch hinsichtlich ihres relativ hohen spezifischen Gewichtes durch leichtgewichtige Carbonfaserverbundwerkstoffe verdrängt werden und an Bedeutung verlieren.

Es müssen jedoch große Anstrengungen unternommen werden die vorstehend genannten physikalischen Eigenschaften bei der Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen zu erhalten, insbesondere im Falle komplizierter Bauteilformen, die aus eben diesen Verbundwerkstoffen geformt werden sollen. Besonders großes Augenmerk ist bei der Herstellung dieser Bauteilen auf die gegenseitige Orientierung der einzelnen, zu verlegenden Fasern zu legen, die je nach Längenfolge in unterschiedliche Richtungen zu verlegen sind.

Herkömmliche Fabrikationsmethoden sehen ein manuelles Auflegen einer Fasermatte, die mit einem thermisch austreibaren Harz vorbehandelt ist, auf eine formgebende Oberfläche vor, die nachfolgend in ein abgeschlossenes Behältnis eingebracht wird und unter bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen vollständig austreibt. Nach dem erfolgten Aushärtevorgang wird der ausgehärtete, faserverstärkte Verbundwerkstoff von der formgebenden Oberfläche getrennt und zur Qualitätsprüfung beispielsweise mittels Ultraschall untersucht. Nachteilig bei dieser bekannten Verfahrensweise zur Herstellung faserverstärkter Verbundwerk-

stoffe ist der hohe Arbeitseinsatz sowie die überaus hohe Ausschußrate und die nur begrenzte Reproduzierbarkeit von baugleichen Bauteilen. Insbesondere beim manuellen Auflegen der Fasermatte auf die formgebende Oberfläche muß

- 5 mit besonderer Sorgfalt gearbeitet werden, denn bereits geringfügige laterale Verspannungen innerhalb der auf der Oberfläche aufgelegten Fasermatten können Ursache für später auftretende Schwachstellen sein, die die Belastbarkeit des faserverstärkten Verbundwerkstückes entscheidend herabsetzen. Es muß daher dafür Sorge getragen werden die Verlegung der Faseranordnung ohne das Auftreten von Schub- oder Scherspannungen vorzunehmen, was aufgrund der manuellen Verlegetechnik nahezu unvermeidbar ist.

Für die Herstellung rotationssymmetrischer Bauteile, die

- 15 aus den vorstehend genannten faserverstärkten Verbundwerkstoffen gefertigt werden, sind Techniken bekannt, mit denen die vorstehend genannten Unzulänglichkeiten weitgehend umgangen werden können. Im Rahmen sogenannter Faserwicklungsherstellverfahren ist es möglich, die Bauteile 20 automatisch mit einer zuverlässigen Reproduzierbarkeit auch unter Bedingungen der Massenproduktion zu fertigen. Hierbei wird ein Strang aus einer Vielzahl, als Meterware vorliegenden einzelnen Fasern ineinander verwoben und auf eine rotierende Spindel oder auf einen rotationssymmetrischen Körper aufgewickelt. Bevor jedoch der aus einzelnen 25 Fasern bestehende Strang die Oberfläche der Spindel erreicht, auf der der Strang aufgewickelt wird, werden die einzelnen Fasern innerhalb des Strangs durch ein Harzbad geführt und auf diese Weise mit Harz durchtränkt. Der im folgenden unter Zugspannung auf die Spindel aufgewickelte Strang behält lediglich eine Mindestmenge an Flüssigharz und schmiegt sich weitgehend lückenlos auf die Kontur der Spindel an. In einem nachfolgenden Erwärmungsprozeß innerhalb eines Ofens härtet das Harz aus und bildet nach Ab lösen von der Spindel einen aus faserverstärkten Verbundmaterial gefertigten dreidimensionalen Körper. Beispielsweise lassen sich auf diese Weise Ruderstangen für den Sportbereich herstellen.

Die vorstehend bekannte Technik des Faserwicklungsher-

- 40 stellverfahren ermöglicht es jedoch lediglich, Körper zu fertigen, die sich durch Drehung um eine Rotationsachse bilden. Flachverlaufende Oberflächen oder einseitig geöffnete Bauteile sind auf diese Weise nicht herstellbar. Auch ist der Faserverlauf relativ zur Oberfläche des auf diese Weise herzustellenden Körpers durch die Orientierung der Rotationsachse, um die sich der Körper dreht, vorgegeben. Beliebige Faserverläufe sind daher nicht realisierbar, insbesondere Faserverläufe parallel zur Rotationsachse des Grundkörpers.

Aus der Faserwicklungstechnik entwickelte sich die

- 50 Technik der sogenannten Verlegung von Faseranordnung in streifenförmiger Form, die die vorstehend beschriebenen Nachteile zu umgehen vermag. So wird anstelle einer Wicklung von einem mit Harz durchtränkten Faserstrang um eine Spindel ein bandförmig, aus Fasern zusammengesetzter 55 Strang, mit Hilfe eines entsprechenden Werkzeugkopfes auf eine Oberfläche paßgenau und formgetreu aufgebracht. Der bandförmig ausgebildete Strang ist vorab ebenso mit Harz durchtränkt und wird mit Hilfe eines Anpreßwerkzeuges gegen die Oberfläche gedrückt.

- 60 Wie bereits bei der manuellen Verlegetechnik erwähnt, spielt auch der Anpreßvorgang, mit dem die Faseranordnung auf die formgebende Oberfläche aufgebracht wird, eine die spätere Stabilität des ausgehärteten, faserverstärkten Werkstückes eine wichtige Rolle. Als kritischer Parameter während des Anpressens bzw. Auflegens der Faseranordnung auf die formgebende Oberfläche ist ein Zeitspanne, innerhalb der die Faseranordnung mit der formgebenden Oberfläche bzw. mit dem bereits teilgefertigten faserver-

stärkten Verbundwerkstück verbunden wird. So muß innerhalb dieser Zeitspanne die mit Harz vorimprägnierte, bandförmige Faseranordnung, vorzugsweise durch lokale Erwärmung, wenigstens teilweise aufgeschmolzen werden, mit der Oberfläche fest verfügt und anschließend abgekühlt werden.

Dieser Aufbringvorgang ist durch eine minimale Zeitspanne begrenzt, die für eine sorgfältige Verfügung der Faseranordnung auf der formgebenden Oberfläche nicht zu unterschreiten ist.

In Falle einer bandförmig ausgebildeten Faseranordnung, die kontinuierlich auf einer Oberfläche aufgebracht wird, ist die Zeitspanne durch das Verhältnis zwischen der sogenannten Kontaktlänge und der Prozeßgeschwindigkeit bestimmt. Unter dem Begriff der Kontaktlänge ist jene geometrische Bandlänge gemeint, innerhalb der die vorstehend genannten Vorgänge des lokalen Aufschmelzens, der Verfügung mit der formgebenden Oberfläche sowie der Abkühlung auf einen Zustand, bei dem die aufgebrachte Faseranordnung keine räumlichen Veränderungen relativ zu der formgebenden Oberfläche erfährt, stattfinden.

Aus der amerikanischen Druckschrift US 4 699 683 geht eine Vorrichtung zum Verlegen einer Faseranordnung auf eine formgebende Oberfläche hervor, bei der die Faseranordnung mit Hilfe fester Anpreßrollen auf die Oberfläche druckbeaufschlagt aufgebracht wird. Die vorzugsweise aus Metall gefertigte Anpreßrolle gelangt üblicherweise über eine nur linienhaft ausgeprägte Anpreßfläche mit der Faseranordnung in Kontakt und verfügt diese entlang der linienhaften Fläche an der formgebenden Oberfläche. Dieser Umstand führt jedoch zu einer relativ geringen Kontaktfläche bzw. Kontaktlänge, wodurch die vorstehend beschriebene Zeitspanne, innerhalb der die Faseranordnung mit der Oberfläche in Kontakt gebracht wird, reduziert wird, wodurch auch die Prozeßgeschwindigkeit, mit der die Faseranordnung auf die Oberfläche aufgebracht werden kann, nicht beliebig erhöht werden kann. Ferner vermag eine starr ausgebildete Anpreßrolle die Faseranordnung nicht gleichmäßig auf beliebig dreidimensional gekrümmte Oberflächen bündig anzupressen, wodurch eine nur mangelhafte Flächenkontaktierung erreicht wird.

Zwar können mit Hilfe aus Metall gefertigte Anpreßrollen hohe Anpreßdrücke erzeugt werden, wodurch zumindest entlang der linienhaft ausgebildeten Kontaktfläche zwischen Anpreßrolle und Faseranordnung eine innige Verfügung stattfinden kann, doch ist ein gleichmäßiges Anschmiegen der Faseranordnung auf unebenen, formgebenden Oberflächen mit derart starr ausgebildeten Anpreßrollen nicht möglich. Aus der US 4 601 775 ist ein Anpreßsystem zum Aufbringen einer Faseranordnung auf eine Oberfläche entnehmbar, das gummierte Anpreßrollen vorsieht, die zwar über eine begrenzte Oberflächenverformbarkeit verfügen und somit ein Anschmiegen der Faseranordnung auch auf unebenen Oberflächen gestattet, doch sind hierbei die Anpreßdrücke entlang der flächenhaften Kontaktfläche unterschiedlich groß und weitaus geringer als bei starren Anpreßrollen.

Als Alternative zu den vorstehend beschriebenen Anpreßrollen sind Anpreßvorrichtungen bekannt, die aus einer Vielzahl einzelner flächenhaft ausgebildeter Anpreßelementen bestehen und sich in einem gewissen Rahmen an die Oberflächenkontur der formgebenden Oberfläche anzupassen vermögen. Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise in der US 5 454 897 sowie US 5 015 328 beschrieben. Die aus einer Vielzahl parallel geführter, einzelner Plattenelemente bestehenden Vorrichtungen, deren einzelne Plattenelemente normal zur Faseranordnung auf die formgebende Oberfläche abgesenkt werden, üben dennoch hohe Scherkräfte auf die Faseranordnung aus und können die Faserori-

entierung nachteilig beeinträchtigen und bei einem unsachgemäßen Abheben der einzelnen Plattenelemente zu einem stellenweisen Wiederablösen der Faseranordnung von der formgebenden Oberfläche führen, wodurch sowohl die Eigenstabilität als auch die Eigenhärte des faserverstärkten Verbundwerkstoffes deutlich leidet. Um dieser Gefahr der Beschädigung der aufzubringenden Faseranordnung entgegenzutreten, ist vorgeschlagen worden, zwischen den Anpreßelementen und der Faseranordnung eine Zwischen-  
10 schicht in Art einer Folie einzubringen, die als Verbrauchsmaterial die Faseranordnung gegenüber dem Anpreßwerkzeug schützen soll. Dies jedoch führt zu verfahrenstechnischen Problemen hinsichtlich einer auf den Anpreßvorgang abgestimmten Zuförderung der Zwischenfolie zwischen  
15 Anpreßwerkzeug und Faseranordnung. Ferner ist dafür Sorge zu tragen, daß die Elastizität der Zwischenfolie genügend groß sein muß, um der lokalen Belastung, bedingt durch die einzelnen Anpreßelemente des Anpreßwerkzeuges auf eine dreidimensional geformte Oberfläche, standzu-  
20 halten. Beschädigungen oder Risse innerhalb der Folie würden unweigerlich zur Unterbrechung des Verlegevorganges führen.

#### Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung auf einer 2- oder 3-dimensionalen Oberfläche mit einem Druckkopf, der auf die, auf der Oberfläche aufgebrachte Faseranordnung derart mechanischen Druck ausübt, daß der auf die Faseranordnung einwirkende mechanische Druck weitgehend orthogonal zur Oberfläche gerichtet ist, derart weiterzubilden, daß die beim Stand der Technik hervorgehobenen Nachteile umgangen werden können. Insbesondere sollen während des Aufbringens der Faseranordnung keine Scher- und Schubspannungen in die Fasern übertragen werden; ferner soll ein flächenhaftes Anpressen der Faseranordnung mit großen Anpreßkräften sowie eine Steigerung der Prozeßgeschwindigkeit, mit der die Faseranordnung verlegt wird, möglich sein.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Ein erfindungsgemäßes Verfahren ist Gegenstand des Anspruchs 14. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft ausbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist eine Vorrichtung zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung auf einer 2- oder 3-dimensionalen Oberfläche mit einem Druckkopf, der auf die, auf der Oberfläche aufgebrachte Faseranordnung derart mechanischen Druck ausübt, daß der auf die Faseranordnung einwirkende mechanische Druck weitgehend orthogonal zur Oberfläche gerichtet ist, derart weitergebildet, daß der Druckkopf wenigstens ein elastisches Flächenelement aufweist, das derart in Art einer dynamischen Wellenform steuerbar verformbar ist, daß sich das Flächenelement relativ zur Faseranordnung eigenbeweglich fortbewegt, unter weitgehender Vermeidung von auf die Faseranordnung einwirkenden Scher- oder Schubkräften.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, anstelle der an sich bekannten rollenartig bzw. stempelförmig ausgebildeten Anpreßwerkzeuge zum Aufbringen einer Faseranordnung auf eine formgebende Oberfläche, ein elastisches Flächenelement zu verwenden, das mit Hilfe geeigneter Stellelemente respektive Aktoren dreidimensional verformt werden kann. Durch die Verformbarkeit des Flächenelementes werden die durch die Stellelemente bewirkten Anpreßkräfte weitgehend gleichmäßig auf die aufzubringende Faseranordnung übertragen, wodurch jegliche Scher- und Schub-

spannungen innerhalb der Faseranordnung vermieden werden.

Das flexible Flächenelement weist zwei Hauptoberflächen auf, von denen die eine mit der Faseranordnung direkt in Kontakt gebracht wird und die gegenüberliegende Hauptoberfläche mit vorzugsweise einer Vielzahl von unabhängig voneinander ansteuerbaren Stellelementen, die in besonders vorteilhafter Weise matrixförmig angeordnet sind, verbunden ist.

Das flexible Flächenelement kann aus einer flexiblen Metallplatte bestehen, auf deren der Faseranordnung gegenüberliegenden Hauptoberfläche Piezoaktoren angeordnet sind, die in ihrer Länge varierbar sind und auf diese Weise die flexible Metallplatte zu deformieren vermögen. Hierbei sind die Stellelemente mit ihrem, der flexiblen Platte gegenüberliegenden Enden, an einem festen, gemeinsamen Gelenklager angebracht, so daß ihre Längenausdehnung unmittelbar zur Deformation des Flächenelementes führt. Die matrixförmig angeordneten Stellelemente, die magnetostriktives und/oder piezoelektrische Materialien aufweisen, werden durch eine geeignete elektrische Spannungsversorgung derart angesteuert, daß ihre aufeinander abgestimmte Längenvariation zu einer dynamischen Verformung des Flächenelementes führt, so daß dem Flächenelement eine harmonische, sich in eine Vorzugsrichtung ausbreitende Wellenbewegung einbeschrieben wird. Die Dynamik, mit der die einzelnen Stellelemente ausgelenkt werden, die letztlich die Geschwindigkeit bestimmt, mit der sich die in das Flächenelement einbeschriebene Welle entlang des Flächenelementes ausbreitet; richtet sich bevorzugt nach der Geschwindigkeit, mit der die Faseranordnung auf die formgebende Oberfläche aufgetragen wird. Zum Anpressen der Faseranordnung wird das flexible Flächenelement mit den darauf befindlichen Stellelementen auf die auf der Oberfläche aufliegende Faseranordnung, unmittelbar der Berührlinie zwischen Oberfläche und Faseranordnung nachgeordnet aufgebracht. Die Geschwindigkeit, mit der die Faseranordnung auf die formgebende Oberfläche aufgebracht wird, entspricht der Wellengeschwindigkeit, die durch die Stellelemente in das flexible Flächenelement eingeprägt wird. Das flexible Flächenelement bewegt sich durch die wellenartige Eigenverformung selbständig relativ zur auf der Oberfläche aufliegenden Faseranordnung fort, ohne dabei jedwede Scher- sowie Schubspannungen in die Faseranordnung einzubringen. Auf die Faseranordnung werden durch das Flächenelement lediglich Normalkräfte übertragen, die für eine vollständige Verfügung und Verfestigung der Faseranordnung mit der Oberfläche erforderlich sind.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist das Flächenelement lichtdurchlässig ausgeführt, so daß es grundsätzlich möglich ist, mit Hilfe eines geeigneten Lichtstrahls, vorzugsweise Laserlicht, das Flächenelement zu durchstrahlen und die Faseranordnung lokal zu erwärmen. Ferner ist es vorteilhaft, das Flächenelement zusätzlich luftdurchlässig auszubilden, um den Abkühlvorgang bzw. den Vorgang des Aushärtens zu verbessern.

Das erfundungsgemäße Verfahren zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung auf einer zwei- oder dreidimensionalen Oberfläche zeichnet sich dadurch aus, daß zum Andrücken der Faseranordnung auf eine formgebende Oberfläche ein flexibel ausgebildetes Flächenelement, dem eine dynamische wellenförmige Verformung einbeschrieben wird, mittels der das Flächenelement auf der Faseranordnung in eine Vorzugsrichtung eigenbeweglich fortschreitet.

Im Unterschied zu den bekannten Methoden, mit denen Faseranordnungen gegen Oberflächen gepreßt werden, weist das erfundungsgemäße Verfahren folgende Vorteile auf:

Der Anpreßdruck, mit der das Flächenelement die Faseranordnung auf die formgebende Oberfläche aufdrückt, ist um ein Vielfaches größer als es bei den herkömmlichen Methoden unter Verwendung an sich bekannter Anpreßrollen oder

5 der Verwendung plattenförmiger Elemente der Fall ist. So ist es möglich, die Prozeßgeschwindigkeit bzw. die Rate mit der die Faseranordnung verlegt werden kann, deutlich zu vergrößern. Ferner ist es möglich, das Zeitintervall, innerhalb der die Verlegearbeit vollendet ist, entweder aufgrund

10 der größeren Kontaktlänge, mit der die Faseranordnung gegen die Oberfläche gepreßt wird, zu vergrößern oder bei gleichbleibender Kontaktzeit die Verlegegeschwindigkeit zu vergrößern. All jene Maßnahmen führen zu einem verbesserten und schnelleren Verlegevorgang, der insbesondere

15 aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit besonders vorteilhaft ist.

Durch die hohe Flexibilität des Flächenelementes können beliebig ausgebildete formgebende Oberflächen mit Faseranordnungen bedeckt und auf diese verfügt werden. Durch das erfundungsgemäße Flächenelement mit den darauf angebrachten Stellelementen sind somit größere Einsatzbereiche für die Herstellung faserverstärkter Verbundwerkstücke abdeckbar.

Schließlich vermögen die vorzugsweise als Piezostellelemente ausgebildeten Aktoren zur Verformung des Flächenelementes Schwingungen zu generieren, deren Schwingungsfrequenzen in den Ultraschallbereich hineinragen, wodurch eine sehr hohe Deformationsdynamik erreicht werden kann. Hierdurch ist es insbesondere möglich, die Schub- und Scherspannungen innerhalb der Faseranordnung vollständig auszuschließen.

#### Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des 35 allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a, b schematisierte Darstellung der Verformungseigenschaften des erfundungsgemäßen Flächenelementes, so wie

40 Fig. 2 schematisierte Darstellung der erfundungsgemäßen Vorrichtung auf einer Faseranordnung.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

45 In Fig. 1a ist ein flexibel ausgestaltetes Flächenelement 1 dargestellt, das in zwei oder drei Dimensionen verformbar ist. Das Flächenelement ist vorzugsweise aus einem flexiblen Material hergestellt, es kann jedoch auch aus Kunststoff oder kunststoffähnlichen Materialien bestehen.

In Fig. 1b ist grundsätzlich die Deformation des Flächenelementes 1 in Art einer in eine Richtung fortschreitenden dynamischen Wellenform 2 dargestellt. Die in das Flächenelement einbeschriebene Wellendynamik ist mit der Fortbewegungsart einer Raupe vergleichbar und bewirkt eine Fortbewegung des Flächenelements 1 auf der Oberfläche 3, auf der das Flächenelement 1 aufliegt, in Pfeirichtung. An jenen Stellen, an denen das Flächenelement in unmittelbaren 55 Kontakt mit der Oberfläche 3 tritt, sollen hohe Anpreßkräfte auf die Oberfläche wirken. Die Deformation sowie die Erzeugung der Anpreßkräfte wird durch nicht weiter im einzelnen dargestellte Stellelemente ermöglicht, die senkrecht mit deren Flächenelement 1 in Verbindung treten (siehe hierzu insbesondere das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2).

In Fig. 2 ist in schematisierter, perspektivischer Darstellung das flexibel ausgebildete Flächenelement 1 auf einer Faseranordnung 4 aufliegend dargestellt, die auf einer Ober-

fläche 3 streifenförmig aufgebracht wird. Unmittelbar nach der Berührlinie 5, entlang der sich die Faseranordnung 4 und die Oberfläche 3 berühren, ist das Flächenelement 1 mit Stellelementen 6 vorgesehen. Die Stellelemente 6 sind vorzugsweise als piezoelektrische Ultraschallwandler ausgebildet und vermögen das Flächenelement 1 in der gemäß Fig. 1b angegebenen Weise zu deformieren. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind lediglich vier Stellelemente 6 im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 vorgesehen, in besonders vorteilhafter Weise werden die Stellelemente 6 dicht be-nachbart nebeneinanderliegend in Form einer Matrix auf der Oberfläche des Flächenelementes 1 angebracht.

Auf die vorstehend genannten Vorteile, die man mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung in Verbindung mit dem Aufbringen von Faseranordnungen auf formgebende Oberflächen erzielt, wird hingewiesen.

## Bezugszeichenliste

1 Flächenelement	20
2 Wellenform	
3 Oberfläche	
4 Faseranordnung	
5 Berührlinie	
6 Stellelemente	25

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung (4) auf einer 2- oder 3-dimensionalen Oberfläche (3) mit einem Druckkopf, der auf die, auf der Oberfläche (3) aufgebrachte Faseranordnung (4) derart mechanischen Druck ausübt, daß der auf die Faseranordnung (4) einwirkende mechanische Druck weitgehend orthogonal zur Oberfläche (3) gerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druckkopf wenigstens ein elastisches Flächenelement (1) aufweist, das derart steuerbar, in Art einer dynamischen Wellenform (2), verformbar ist, daß sich das Flächenelement (1) relativ zur Faseranordnung (4) eigenbeweglich fortbewegt, unter weitgehender Vermeidung von auf die Faseranordnung (4) einwirkender Scher- oder Schubkräfte.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Flächenelement (1) zwei sich gegenüberliegende Hauptoberflächen aufweist, deren erste Hauptoberfläche mit der Faseranordnung (4) kontaktierbar und an deren zweite Hauptoberfläche wenigstens ein Stellelement (6) vorgesehen ist, das eine Deformation des Flächenelements (1) in Richtung zu der auf der Oberfläche (3) aufgebrachten Faseranordnung (4) bewirkt und entsprechend ansteuerbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement (6) in einer Vorzugsrichtung linear längbar sowie kontraktionsfähig ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement (6) als Ultraschallwellen-Übertragungselement ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement (6) einseitig fest angelenkt ist und mit seinem anderen, freien Enden mit dem elastischen Flächenelement (1) verbunden ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement (5) piezo- oder ein magnetostriktives Material aufweist, das über Längenausdehnungseigenschaften verfügt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß an der zweiten Hauptober-

fläche des elastischen Flächenelements (1) eine Vielzahl von Stellelementen (6) in Matrixform angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckkopf mehrere matrixförmig angeordnete Flächenelemente (1) aufweist.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Flächenelement (1) lichtdurchlässig und/oder luftdurchlässig ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckkopf vertikal über der Faseranordnung (4) angeordnet ist und bei gelängten Stellelementen (6) druckbeaufschlagt die Faseranordnung (4) mit der ersten Hauptoberfläche der elastischen Flächenelement (1) berührt, ohne daß Scherkräfte auf die Faseranordnung (4) einwirken.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckkopf relativ zur Faseranordnung (4) bewegbar ist, und daß eine Relativbewegung zwischen Druckkopf und Faseranordnung (4) jeweils zwischen zwei Berührereignissen zwischen der ersten Hauptoberfläche des elastischen Flächenelementes und der Faseranordnung (4) erfolgt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wärmequelle vorgesehen ist, die einen lokalen Wärmeeintrag zwischen dem elastischen Flächenelement (1) und der Faseranordnung (4) ermöglicht.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmequelle eine Lichtquelle, vorzugsweise ein Laser, oder eine Warmluftquelle ist.
14. Verfahren zum Anordnen und Verbinden einer Faseranordnung (4) auf einer 2- oder 3-dimensionalen Oberfläche (3) unter Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die auf der Oberfläche (3) aufgebrachte Faseranordnung (4) relativ zum Druckkopf bewegt wird, und daß die Geschwindigkeit mit der die Faseranordnung (4) relativ zum Druckkopf bewegt wird, der Eigengeschwindigkeit des elastischen Flächenelements (1) entspricht, mit der sich das Flächenelement (1) durch wellenförmige Verformung (2) auf der Faseranordnung (4) bewegt.
15. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, zum scherungsfreien Aufbringen mechanischen Drucks auf eine 2- oder 3-dimensionale Oberflächen (3), derart, daß die Kraftübertragung gleichmäßig orthogonal zur Oberfläche (3) erfolgt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1a

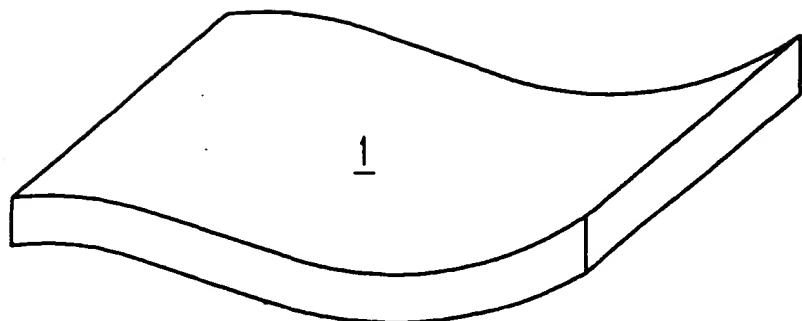


FIG 1b

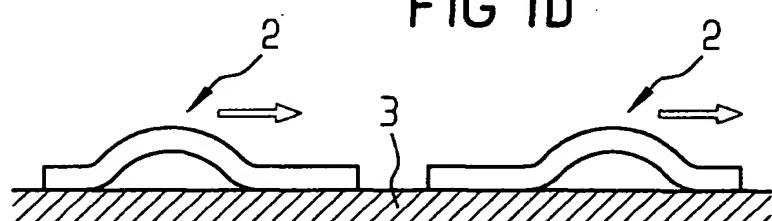


FIG 2

